



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 196 54 321 A 1**

②1 Aktenzeichen: 196 54 321.5  
②2 Anmeldetag: 24. 12. 96  
④3 Offenlegungstag: 25. 6. 98

⑤1 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**B 05 B 7/04**  
B 05 B 7/28  
F 16 N 7/34  
B 01 F 5/04  
B 05 B 7/04

DE 196 54 321 A 1

⑦1 Anmelder:  
PE Product Engineering GmbH, 73265 Dettingen,  
DE

⑦4 Vertreter:  
Lichti und Kollegen, 76227 Karlsruhe

⑦2 Erfinder:  
Antrag auf Nichtnennung

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:

DE-PS	4 55 504
DE	40 37 421 A1
DE	93 11 886 U1
CH	2 59 242
US	46 37 493
US	31 71 602
US	30 84 874
US	30 61 204
US	12 72 274

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤4 Vorrichtung zur Aerosolerzeugung

⑤7 Eine Vorrichtung zur Aerosolerzeugung insbesondere in einer Kühlschmiervorrichtung für Werkzeuge oder Werkstücke weist eine Injektorvorrichtung auf, der ein Trägergas und eine Flüssigkeit zuführbar sind. An einem Auslaß der Injektorvorrichtung tritt ein Gasstrahl mit darin enthaltenen Flüssigkeitströpfchen aus, der auf einen Prallkörper mit strukturierter Oberfläche gerichtet ist und an dieser entlangströmt. Der Prallkörper kann beispielsweise von einem Kegel oder einem Kegelstumpf mit stufenförmiger Mantelfläche gebildet sein. Um die Partikelgröße variieren zu können, kann der Abstand zwischen dem Prallkörper und dem Auslaß der Injektorvorrichtung veränderbar sein.

DE 196 54 321 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aerosolerzeugung insbesondere in einer Kühlschmiervorrichtung für Werkzeuge oder Werkstücke, mit einer Injektorvorrichtung, der ein Trägergas und eine Flüssigkeit zuführbar sind und die an einem Auslaß einen Gasstrahl mit darin enthaltenen Flüssigkeitströpfchen abgibt.

Aerosole finden in vielen Bereichen der Technik Anwendung, wobei beispielsweise auf Inhalatoren in der Medizintechnik, Luftbefeuchter in der Haushaltstechnik, das Aufbringen von Reinigungs- oder Schutzmitteln etc. hingewiesen sein soll. Darüber hinaus ist es auch bekannt, Aerosole zum Kühlen oder Schmieren eines Werkzeugs oder eines Werkstücks zu verwenden, wovon im folgenden beispielhaft ausgegangen wird.

Werkzeuge und Werkstücke unterliegen bei einer spanenden Bearbeitung hohen Reibungskräften, was zu einer starken Wärmeentwicklung führt. Es ist deshalb notwendig, die Reibung der genannten Teile durch Aufbringen eines Kühlschmiermittels herabzusetzen, wodurch gleichzeitig die Teile gekühlt werden. Früher wurde in der Regel die seit langem bekannte Vollstrahlkühlung angewendet, bei der das Kühlschmiermittel in relativ großer Menge in einem Flüssigkeitsvollstrahl auf die zu kühlenden Flächen aufgebracht wird. Dabei ergibt sich einerseits jedoch ein sehr hoher Verbrauch an Kühlschmiermittel, wodurch der Betrieb der Kühlschmiervorrichtung teuer ist, andererseits ist es aus ökologischen Gründen notwendig, das benutzte Kühlschmiermittel umweltverträglich zu entsorgen, was aufwendig und ebenfalls kostenintensiv ist.

Bei der in den letzten Jahren entwickelten sogenannten Minimalschmiertechnik wird ein flüssiges Kühlschmiermittel in einer Düse in einem Luftstrom vernebelt. Zu diesem Zweck wird der Düse das flüssige Kühlschmiermittel und die Luft in getrennten Leitungen zugeführt, wobei der aus der Düse mit relativ hoher Geschwindigkeit austretende Luftstrom sich mit dem Kühlschmiermittel nach Austritt aus der Düse vermischt. Es sind auch Systeme bekannt, bei denen die Erzeugung des Gemischnebels innerhalb der Düse erfolgt. Der Sprühnebel des Kühlschmiermittel-Luft-Gemisches wird direkt auf die zu behandelnden Flächen aufgebracht, wodurch sich eine gute Kühl- und Schmierwirkung an den Werkzeugen und Werkstücken erzielen läßt. Des weiteren ergibt sich der Vorteil, daß der Verbrauch an Kühlschmiermittel wesentlich verringert und damit auch das Problem der Entsorgung gemindert ist. Jedoch ist der in genannter Weise erzeugte Kühlschmiermittel-Nebel relativ inhomogen hinsichtlich der Tröpfchengröße. Dies ist zwar bei der sogenannten Außenkühlung, bei der das Kühlschmiermittel von außen auf die zu kühlenden Teile aufgebracht wird, relativ unproblematisch, jedoch treten Probleme bei der sogenannten Innenkühlung auf, bei der der Kühlschmiermittel-Nebel durch im Werkzeug verlaufende, innere Kanäle bis direkt in die Kontaktfläche zwischen Werkzeug und Werkstück gefördert wird. Größere Tröpfchen des Kühlschmiermittel-Nebels werden infolge der Drehung des Werkzeugs ebenfalls in Drehung versetzt und radial nach außen beschleunigt, so daß sie sich an der Wandung der Kanäle niederschlagen. Dies führt zu einer ungleichmäßigen Förderung des Kühlschmiermittels und insbesondere zu Spritzerbildung. Gleichartige Probleme treten auf, wenn der Kühlschmiermittel-Nebel durch relativ lange Rohr- oder Schlauchleitungen gefördert werden soll.

Aus der DE 30 34 941 A1, von der im Oberbegriff des Anspruchs 1 ausgegangen wird, ist es bekannt, zur Kühlung und Schmierung von drehenden Teilen neben einer herkömmlichen Ölschmierung zusätzlich ein Aerosol zu ver-

wenden, das sehr feine im Luftstrom schwebende Ölpartikel enthält. Zu diesem Zweck wird mittels eines durch eine Injektordüse strömenden Luftstromes Öl aus einem Vorrat angesaugt und zusammen mit der Luft in einer Aerosol-Kammer zerstäubt, wobei die schweren Ölpartikel, die sich am Boden oder der Wand der Aerosol-Kammer absetzen, in den Vorrat zurückfließen. Trotz der Abscheidung der schweren Ölpartikel verbleiben jedoch im Aerosol noch Partikel unterschiedlicher Größe, wobei sich darüber hinaus gemäß der DE 30 34 941 A1 die Partikelzusammensetzung und -größe nicht verändern läßt. Somit ist auch eine Anpassung des Kühlungs- bzw. Schmierungsverhaltens an die jeweilige Anforderung, die je nach Werkstoff- und Bearbeitungsart verschieden sein können, nicht gegeben.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Aerosolerzeugung zu schaffen, mit der ein Aerosol mit kleiner Partikelgröße zuverlässig zu erhalten ist.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß bei einer Vorrichtung zur Aerosolerzeugung dadurch gelöst, daß der Gasstrahl auf einen Prallkörper mit strukturierter Oberfläche gerichtet ist und an dieser entlangströmt.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Schmierflüssigkeit in bekannter Weise mittels eines Unterdruckes angesaugt und in einem Strahl eines Trägergases, vorzugsweise Luft, zerstäubt. Das Trägergas wird unter Druck in eine Kammer der Injektorvorrichtung eingeleitet, wobei sich infolge der Querschnittsvergrößerung ein Unterdruck einstellt, der die Schmierflüssigkeit aus ihrer ebenfalls in die Kammer mündenden Leitung fördert und dem Trägergasstrom hoher Geschwindigkeit zuführt. Die Schmierflüssigkeit wird mit dem Trägergasstrom mitgerissen und schlägt sich feinverteilt auf der strukturierten Oberfläche des Prallkörpers nieder. Da der Trägergasstrom mit hoher Geschwindigkeit über die strukturierte Oberfläche des Prallkörpers hinwegströmt, zerstäubt er dabei den sich an der strukturierten Oberfläche bildenden Schmierflüssigkeitsfilm in ein Aerosol geringer Partikelgröße. Durch entsprechende Ausbildung der strukturierten Oberfläche, die insbesondere eine Stufenstruktur besitzt, kann eine sehr hohe Aerosolkonzentration bei geringem Partikeldurchmesser erreicht werden.

Die Größe der Partikel sowie die Aerosolmenge kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Aerosolerzeugung vorzugsweise dadurch geändert werden, daß sowohl die Zufuhr der Schmierflüssigkeit als auch die Zufuhr des Trägergases über Ventile getrennt gesteuert werden kann. Darüber hinaus läßt sich auf diese Weise die Fettigkeit des Aerosols stufenlos variieren.

Der Prallkörper ist vor dem Auslaß der Injektorvorrichtung angeordnet und vorzugsweise als rotationssymmetrischer Körper mit strukturierter Mantelfläche ausgestaltet. Insbesondere hat es sich bewährt, wenn der Prallkörper eine sich verjüngende Form besitzt, wobei er an seinem dem Gasstrahl zugewandten Ende vorzugsweise konisch zuläuft. Als Prallkörper kann somit ein Kegel oder auch Kegelstumpf Verwendung finden.

Die Spitze des Kegels bzw. das schmale Ende des Kegelstumpfes ist vorzugsweise direkt am Auslaß der Injektorvorrichtung angeordnet, so daß der Gasstrahl an dieser Stelle auf den Kegel bzw. Kegelstumpf auftritt.

In Weiterbildung der Erfindung kann vorgesehen sein, daß der Auslaß der Injektorvorrichtung in Strömungsrichtung des Gasstrahls konisch aufgeweitet ist. Somit kann der kegel- oder kegelschalenförmige Prallkörper teilweise in den Auslaß hineinragen, so daß zwischen der Innenwandung des Auslasses und der Außenwandung des Prallkörpers ein Strömungskanal gebildet ist.

Insbesondere ist vorgesehen, daß der Abstand zwischen

dem Prallkörper und dem Auslaß der Injektorvorrichtung für den Gasstrahl veränderbar ist. Dabei läßt sich auch die Abmessung des vorgenannten Strömungskanales verändern. Es hat sich gezeigt, daß durch Variation des Abstandes die Partikelgröße variiert werden kann, da sich auf diese Weise auch die Geschwindigkeit des Gasstrahls verändert. Je höher die Geschwindigkeit des Gasstrahles eingestellt wird, desto feiner wird die Partikelgröße des erzeugten Aerosols.

Es hat sich gezeigt, daß die Konzentration des Aerosols in dem Gasstrahl von der Form der strukturierten Oberfläche, beispielsweise der Stufenstruktur, des Prallkörpers abhängig ist. Insbesondere ist es vorteilhaft, wenn die Stufen jeweils eine spitzwinkelige Abrißkante aufweisen, wodurch die Schmierflüssigkeitströpfchen in sehr kleiner Größe von der Gasströmung mitgerissen werden. Dabei können in Weiterbildung der Erfindung die Stufen unterhalb ihrer Abrißkante einer Hinterschneidung besitzen, um eine besonders scharfe Abrißkante zu erhalten.

In einer anderen Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, daß die Stufen an ihrer Abrißkante einen spitz zulaufenden Vorsprung aufweisen, der vorzugsweise dem anströmenden Gasstrahl entgegengerichtet ist.

Zur Erlangung eines Aerosols mit annähernd gleichmäßiger Partikelgröße wird der das Aerosol enthaltende Gasstrom nach Überströmen des Prallkörpers vorzugsweise ein- oder mehrmals gefiltert. Als Filter kann dabei auch eine scharfe Umlenkung des Gasstroms angesehen werden, infolge der die schweren und somit größeren Partikel abgeschieden werden können. Neben dieser Massen- bzw. Schwerkraftabscheidung kann in Weiterbildung der Erfindung auch vorgesehen sein, daß der die strukturierte Oberfläche entlangströmende Gasstrom von einem Mantelgasstrahl insbesondere aus Luft umhüllt ist. Der Mantelgasstrahl, der mit einer an sich bekannten Ringdüse erzeugt werden kann, beschleunigt das Aerosol und unterstützt somit die Abscheidung größerer Partikel, während die feinsten Partikel den Mantelgasstrahl durchdringen können.

Als Filtervorrichtung kann alternativ auch ein Siebfilter und/oder ein Zyklon vorgesehen sein. Letzterer kann zusätzlich auch als Zwischenspeicher für das Aerosol ausgebildet sein, um Entnahmeschwankungen ausgleichen zu können.

Bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung erfordert die Erzeugung des Aerosols keine beweglichen Teile, so daß eine hohe Prozentsicherheit gewährleistet ist. Die Menge des erzeugten Aerosols hängt von der Entnahmemenge der Verbraucher ab. Wird viel Aerosol entnommen, so strömt die entsprechende Menge an Luft in die Aerosolkammer nach, wobei der Innendruck in der Kammer konstant bleibt und dem an einem Druckminderventil eingestellten Betriebsdruck entspricht, das der Kammer vorgeschaltet ist. Die erzeugbare Aerosolmenge ist daher von der Luftmenge abhängig, die dem System zugeführt wird.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung sind aus der folgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnung ersichtlich. Es zeigen:

Fig. 1 eine teilweise geschnittene perspektivische Ansicht eines Behälters einer Kühlschmiervorrichtung mit mehreren zugeordneten Werkzeugen,

Fig. 2 einen Querschnitt einer Vorrichtung zur Aerosolerzeugung,

Fig. 3 das Detail III in Fig. 2,

Fig. 4 eine 1. alternative Ausgestaltung der Stufen gemäß Fig. 3 und

Fig. 5 eine 2. alternative Ausgestaltung der Stufen gemäß Fig. 3.

Gemäß Fig. 1 weist eine Kühlschmiervorrichtung 30 einen Behälter 31 auf, der in seinem unteren Bereich einen Vorrat 32 an flüssigem Kühlschmiermittel, beispielsweise

Öl, enthält. Der Behälter 31 ist durch einen Deckel 33 verschlossen und als Druckbehälter ausgebildet. In dem oberhalb des Ölvorrats 32 gebildeten Raum des Behälters 31 befindet sich ein Aerosol, das dadurch gebildet wird, daß ein Druckluftstrom über eine Leitung 35, in der ein Steuerventil 18 angeordnet ist, und eine weiterführende Leitung 17 einer Injektorvorrichtung 16 zugeführt wird. Aufgrund des durch die Injektorvorrichtung 16 strömenden Luftstroms entsteht ein Unterdruck, mittels dessen Öl über eine Saugleitung 34, eine Einstellvorrichtung 37, die ein Steuerventil 37b und eine Abschaltvorrichtung 37a zur Schnellabschaltung umfaßt, und eine weiterführende Leitung 36 aus dem Vorrat 32 in die Injektorvorrichtung 16 eingesaugt wird. Mit Hilfe der Einstellvorrichtung 37 läßt sich der Volumenstrom des Öls in der Saugleitung 34 stufenlos steuern.

In dem Deckel 33 des Behälters 31 ist eine Anschlußleitung 38 vorgesehen, über die dem Behälter 31 Aerosol entnommen werden kann, um es beispielsweise zur Innenkühlung zu verwenden. Die Förderung des Aerosols durch die Anschlußleitung 38 kann durch den Innendruck im Behälter 31 erfolgen. Gemäß Fig. 1 ist zusätzlich eine Saugdüse 39 vorgesehen, die über eine nicht dargestellte Leitung mit Druckluft versorgt wird. Die Luft wird in Förderrichtung in die Saugdüse 39 eingeleitet, so daß die Luftströmung das Aerosol ansaugt, wobei die Ölpartikel nochmals verwirbelt und beschleunigt werden.

Die Aerosolströmung A kann – wie in Fig. 1 angedeutet ist – auf mehrere Zweigleitungen 27 verteilt und in diesen unterschiedlichen Werkzeugmaschinen 28 mit entsprechenden Werkzeugen 29 zugeführt werden. Obwohl in Fig. 1 beispielhaft eine Innenkühlung dargestellt ist, bei der das Aerosol durch im Werkzeug 29 verlaufende Kanäle hindurch gefördert wird und an der Werkzeugspitze austritt, kann alternativ oder zusätzlich dazu auch die an sich bekannte Außenkühlung Verwendung finden.

Die Vorrichtung 10 zur Aerosolerzeugung ist in Fig. 2 im Detail dargestellt. Sie umfaßt die Injektorvorrichtung 16 mit einem Injektorblock 11, in dessen Innerem eine Injekorkammer 22 ausgebildet ist. Der Injektorblock 22 ist Druckluft G über die Leitung 35, das Steuerventil 18 sowie die weiterführende Leitung 17 zuführbar. Bei Eintritt in die Injekorkammer 22 entsteht infolge der Querschnittsvergrößerung ein Unterdruck, infolge dessen Öl F über die Saugleitung 34, die Einstellvorrichtung 37 und die weiterführende Leitung 36 in die Injekorkammer 22 gesaugt wird.

An ihrem Auslaß 23, an dem die Druckluft als Gasstrahl 25 mit darin enthaltenen Flüssigkeitströpfchen austritt, ist die Injekorkammer 22 konisch erweitert.

Unterhalb des Auslasses 23 ist ein kegelförmiger Prallkörper 13 angeordnet, dessen Mantelfläche 13a eine Treppenstruktur mit einer Vielzahl aufeinanderfolgender Stufen 13c aufweist. Der Kegel ist so ausgerichtet, daß seine Spitze 13b zum Auslaß 23 der Injektorvorrichtung 16 weist und teilweise in den konisch erweiterten Auslaß 23 hineinragt.

Der kegelförmige Prallkörper 13 ist über Haltestangen 12 am Deckel 33 des Behälters 31 gehalten. Der Injektorblock 11 besitzt in seinem oberen Abschnitt eine den Deckel 33 des Behälters 31 durchdringende Einstellvorrichtung 15, mittels der der Injektorblock 11 (wie durch den Doppelpfeil V angedeutet) in seinem Abstand zu dem Prallkörper 13 verändert werden kann. Während der Verstellbewegung ist der Injektorblock 11 an mehreren, am Prallkörper 13 angeordneten Führungsstiften 14 geführt, die in entsprechende Ausnehmungen 24 des Injektorblockes 11 verschieblich eingreifen.

Über den Umfang des Injektorblockes 11 ist eine Ringdüse 21 angeordnet, die einen nach unten gerichteten Mantelluftstrahl 26 abgibt, der den Gasstrahl 25 umhüllt.

Der in der Injektorkammer 22 gebildete Gasstrahl 25 mit darin enthaltenen Flüssigkeitströpfchen trifft auf die abgestufte Oberfläche 13a des Prallkörpers 13 auf, woraufhin sich die Flüssigkeitströpfchen zunächst auf den Stufenoberflächen absetzen. Die nachströmende Luft des Gasstrahls 25 reißt dann an den in Fig. 3 dargestellten Abrißkanten 13d der Stufen 13c feinste Tröpfchen des Öls mit, so daß sich insgesamt ein Aerosol mit sehr feinen Ölpartikeln ergibt.

Am unteren Ende des Prallkörpers 13 wird der Aerosolstrom seitlich nach außen gelenkt und erfährt dadurch eine starke Umlenkung, der die schweren Partikel nicht folgen können, die weiter nach unten in den Ölvorrat 32 fallen. Dies wird auch durch den äußeren Mantelluftstrahl 26 begünstigt, der die größeren Partikel mitreißt und in den Ölvorrat 32 zurückführt. Die feinen Partikel können den Mantelluftstrahl 26 durchdringen und sammeln sich in dem Raum oberhalb des Ölvorrats 32 an.

Zur Veränderung der Größe der Ölpartikel kann der Injektorblock 11 relativ zum Prallkörper 13 verschoben werden. Wenn der zwischen der Spitze 13b des Prallkörpers 13 und dem konischen Auslaß 23 gebildete Strömungskanal durch eine aufeinander zu gerichtete Bewegung des Injektorblocks 11 und des Prallkörpers 13 in seinem Querschnitt verkleinert wird, wird die Strömungsgeschwindigkeit des Gasstrahles 25 erhöht, wodurch sich ein Aerosol mit kleineren Partikeln ergibt.

#### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Aerosolerzeugung insbesondere in einer Kühlschmiervorrichtung für Werkzeuge oder Werkstücke, mit einer Injektorvorrichtung, der ein Trägergas und eine Flüssigkeit zuführbar sind und die an einem Auslaß einen Gasstrahl mit darin enthaltenen Flüssigkeitströpfchen abgibt, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Gasstrahl (25) auf einen Prallkörper (13) mit strukturierter Oberfläche (13a) gerichtet ist und an dieser entlangströmt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Prallkörper (13) eine Stufenstruktur (13c) aufweist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Prallkörper (13) ein rotations-symmetrischer Körper mit strukturierter Mantelfläche ist.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Prallkörper (13) eine sich in der dem Gasstrahl (25) zugewandten Richtung verjüngende Form besitzt.
5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Prallkörper (13) ein Kegel oder Kegelstumpf ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasstrahl (25) an der Spitze des Kegels oder am schmälsten Ende des Kegelstumpfes auftrifft.
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen dem Prallkörper (13) und dem Auslaß (23) der Injektorvorrichtung (16) veränderbar ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Auslaß (23) in Strömungsrichtung des Gasstrahls (25) konisch aufgeweitet ist.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen (13c) jeweils eine spitzwinkelige Abrißkante (13d) aufweisen.
10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet,

daß die Stufen (13c) unterhalb ihrer Abrißkante (13d) eine Hinterschneidung (13e) besitzen.

11. Vorrichtung nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Stufen (13c) an ihrer Abrißkante (13d) einen spitz zulaufenden Vorsprung (13f) aufweisen.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß der Vorsprung (13f) dem anströmenden Gasstrahl (13) entgegengerichtet ist.

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß der die strukturierte Oberfläche (13a) entlangströmende Gasstrahl (25) von einem Mantelgasstrahl (26) umhüllt ist.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Gasstrahl (25) nach Überströmen des Prallkörpers (13) scharf umgelenkt wird.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

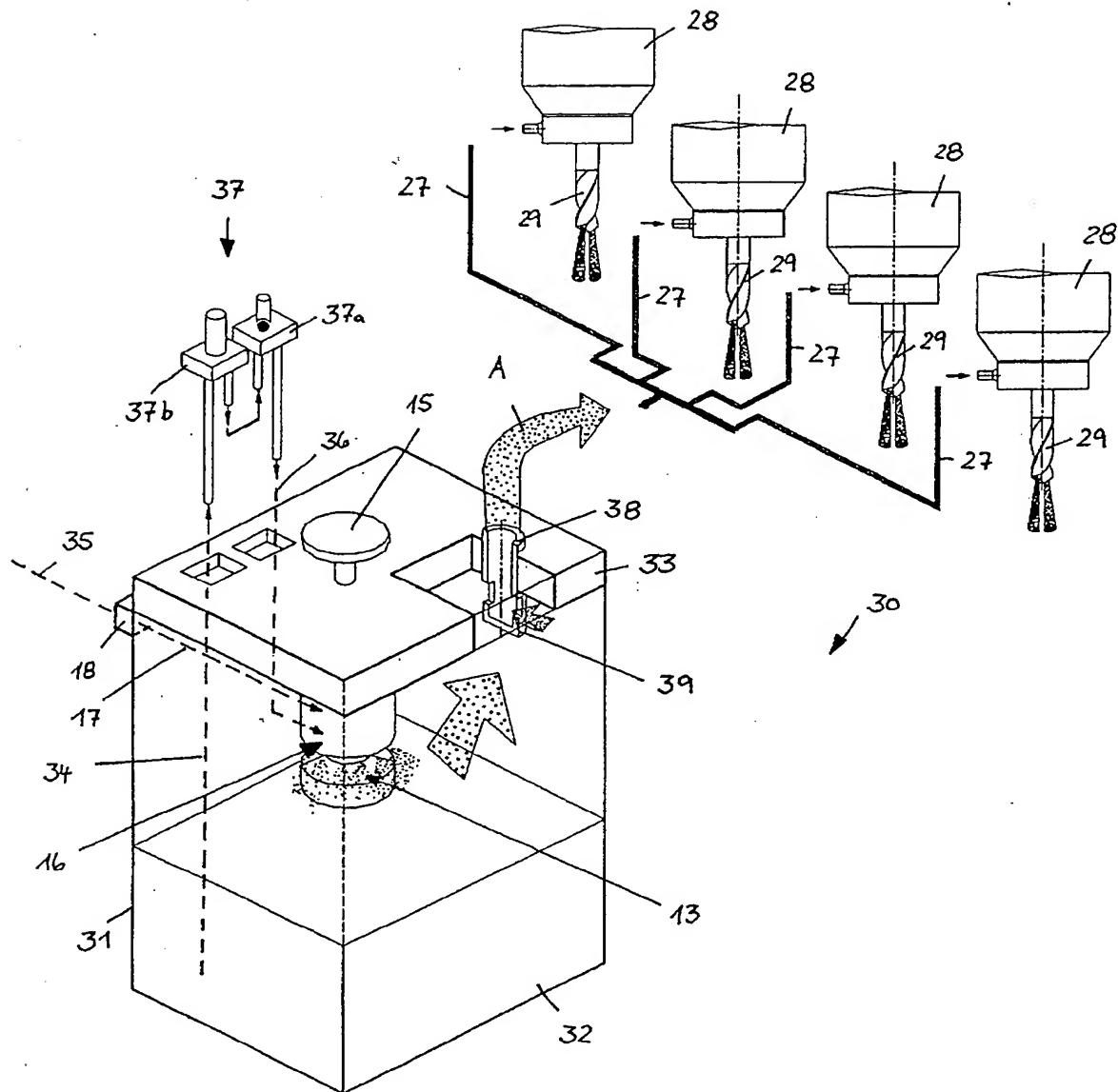


Fig. 1

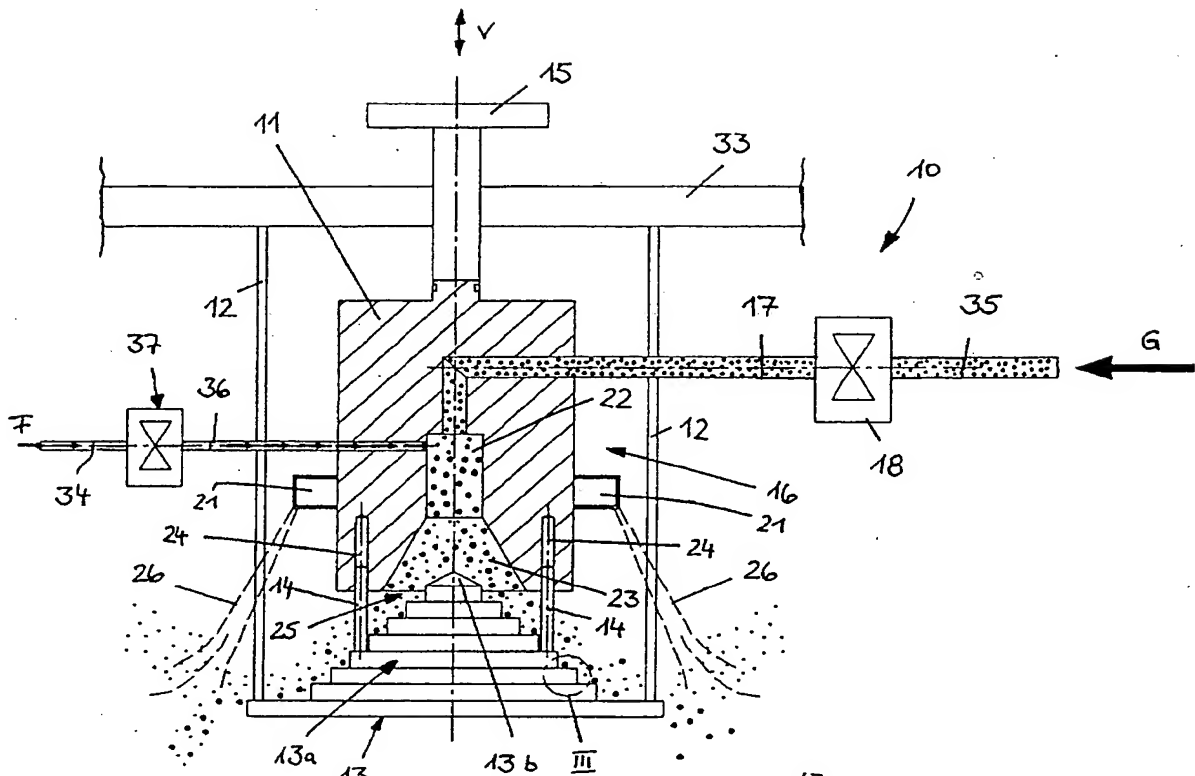


FIG. 2

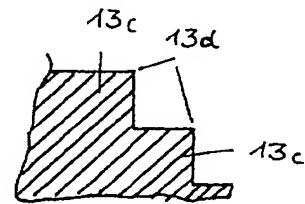


FIG. 3

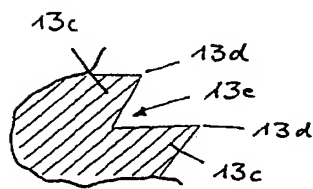


FIG. 4

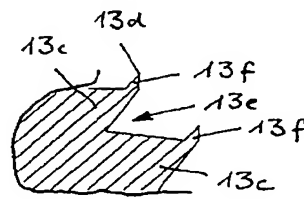


FIG. 5